

特開平10-112557

(43) 公開日 平成10年(1998) 4月28日

(51) Int.Cl.⁶ 識別記号

H 0 1 L 33/00

F I

H 0 1 L 33/00

N

C

C 0 9 K 11/64

CPM

C 0 9 K 11/64

CPM

G 0 9 F 9/33

G 0 9 F 9/33

E

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平8-266450

(22) 出願日 平成8年(1996)10月8日

(71) 出願人 000226057

日亜化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72) 発明者 久米田 眞次

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化

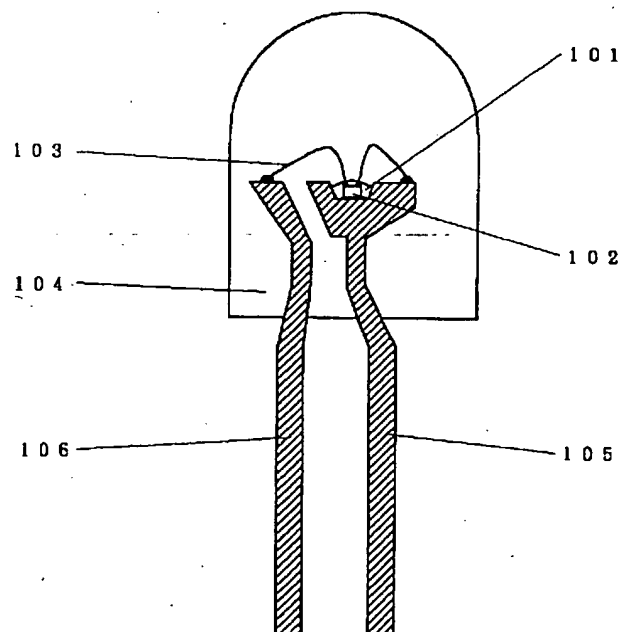
学工業株式会社内

(54) 【発明の名称】 発光装置及びそれを用いた表示装置

(57) 【要約】

【課題】本願発明は、LEDチップからの発光の少なくとも一部を変換して発光させる蛍光物質を有し使用環境によらず高輝度、高効率且つ残光性を有する発光装置及びそれを用いた表示装置に関する。

【解決手段】本願発明は、発光層が窒化ガリウム系化合物半導体であるLEDチップと、該LEDチップからの発光の少なくとも一部を吸収し波長変換して発光する蛍光物質と、を有する発光装置であって、前記LEDチップの主発光ピークが360nmから530nm内であると共に、前記蛍光物質が2価のユーロピウムで付活され化学組成式が、 $(M_{1-p-q}Eu_pQ_q)O \cdot n(Al_{1-a}B_a)_2O_3$ の発光装置である。但し、組成式中のMは2価金属であり、Qは共付活剤である。



Best Available Copy

【特許請求の範囲】

【請求項1】発光層が窒化ガリウム系化合物半導体であるLEDチップと、該LEDチップからの発光の少なくとも一部を吸収し波長変換して発光する蛍光物質と、を有する発光装置であって、

前記LEDチップの主発光ピークが360nmから530nm内であると共に、前記蛍光物質が2価のユーロピウムで付活され化学組成式が、 $(M_{1-p-q}Eu_pQ_q)O \cdot n(A_{1-m}B_m)_2O_3$ であることを特徴とする発光装置。

但し、 $0.0001 \leq p \leq 0.5$ 、

$0.0001 \leq q \leq 0.5$ 、

$0.5 \leq n \leq 10$ 、

$0 \leq m \leq 0.5$ 、

$0.0002 \leq p+q \leq 0.75$ 、

組成式中のMはMg、Ca、Sr、Ba、及びZnからなる2価金属の群より選ばれた少なくとも1種であり、Qは共付活剤でありMn、Zr、Nb、Pr、Nd、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、及びLuからなる群より選ばれた少なくとも1種である。

【請求項2】マウント・リードのカップ内に配置させたLEDチップと、該LEDチップと導電性ワイヤーを用いて電気的に接続させたインナー・リードと、前記カップ内に充填させたコーティング部材と、該コーティング部材、LEDチップ、導電性ワイヤー及びマウント・リードとインナー・リードの少なくとも一部を被覆するモールド部材と、を有する発光ダイオードであって、前記LEDチップが窒化ガリウム系化合物半導体であり、且つ前記コーティング部材が2価のユーロピウムで付活され化学組成式が $(M_{1-p-q}Eu_pQ_q)O \cdot n(A_{1-m}B_m)_2O_3$ である蛍光物質を含有する透光性樹脂であることを特徴とする発光ダイオード。

但し、 $0.0001 \leq p \leq 0.5$ 、

$0.0001 \leq q \leq 0.5$ 、

$0.5 \leq n \leq 10$ 、

$0 \leq m \leq 0.5$ 、

$0.0002 \leq p+q \leq 0.75$ 、

組成式中のMはMg、Ca、Sr、Ba、及びZnからなる2価金属の群より選ばれた少なくとも1種であり、Qは共付活剤でありMn、Zr、Nb、Pr、Nd、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、及びLuからなる群より選ばれた少なくとも1種である。

【請求項3】請求項1記載の発光装置を2以上配置した表示器と、該表示器と電気的に接続させた駆動回路と、を有する表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本願発明は、バックライト光源、LED表示器、照光式スイッチ及び各種インジケータなどに利用される発光装置に係わり、特に発光素子である

LEDチップからの発光の少なくとも一部を変換して発光させる蛍光物質を有し使用環境によらず高輝度、高効率且つ残光性を有する発光装置及びそれを用いた表示装置に関する。

【0002】

【従来技術】今日、トランシーバー、カメラ、ポケベル、ポータブルラジオ、ビデオデッキやノート型パソコンなどの携帯用電子機器の発達に伴い操作性や視認性向上のために種々の表示装置が設けられている。この表示の10の一つに液晶装置を利用したのがあり、暗所においても使用できるようバックライトが設けられてある。このようなバックライトは、携帯用電子機器用のバックライトはその消費電力を低下させればさせるほど使用時間などが増えるなどのメリットがあるため、特に低消費電力且つ高輝度に発光することが求められる。このような、バックライト光源の一つにLEDチップからの光源を面20状などに発光させることによって高輝度に発光させるものがある。LEDチップは、小型で効率が良く鮮やかな色の発光をする。また、半導体素子であるため球切れなどの心配がない。初期駆動特性が優れ、振動やON/OFF点灯の繰り返しに強いという特徴を利用したバックライト光源などとしてすることができる。

【0003】一方、消防法施行令と全国各都市の火災防止条例などで、劇場、旅館など人の多く集まる場所に誘導灯の設置が義務づけられている。地震、火災などの災害やその他の突発事故により、常用の電源が断たれた場合、自動的に予備電源に切り替わり20分以上の点灯が必要とされる。このような誘導灯にも高輝度低消費電力であるLEDチップの特性を生かした表示器とすることも30できる。

【0004】しかしながら、LEDチップを用いて形成させたバックライトなどは半導体発光素子であり、低消費電力とはいえ電池電力を消費する。そのため電池電源の蓄電量が少ない場合において、より長く駆動させるためには大きな負荷となる場合がある。また、災害時に表示器の予備電源が破壊され、あるいは給電回路が破線などすると消灯してしまう場合もある。したがって、電力が40が少ない場合や給電回路などが停止した場合においても、十分な明るさを表示できる表示器が求められている。

【0005】

【発明が解決する課題】このような要請に沿う表示装置として、発光ダイオードと、それによって励起される蛍光物質とを有する表示装置が考えられる。

【0006】しかしながら、LEDチップは半導体の組成や構造などによって種々の発光波長を有するものがある。同様に、LEDチップによって励起される蛍光物質も、蛍光染料、蛍光顔料さらには有機、無機化合物や残光性を有するものなど様々なものが挙げられる。

【0007】また、LEDチップ周辺に近接して蛍光物

質を配置する場合は、太陽光よりも約30倍から40倍、場合によってはそれ以上にも及ぶ強照射強度の光線にさらされる。特に、発光素子であるLEDチップを高エネルギーバンドギャップを有する半導体を用い蛍光物質の変換効率向上や蛍光物質の使用量を減らした場合においては、LEDチップから発光した主発光が可視光域にあるといっても光エネルギーが必然的に高くなる。また、紫外線領域を発光する場合もあり、発光強度を更に高め長期に渡って使用すると、蛍光物質自体が劣化しやすい。同様にLEDチップの近傍に設けられた蛍光物質は、LEDチップの昇温や外部環境からの加熱など高温にもさらされる。さらに、発光装置の1種である発光ダイオードは一般的に樹脂モールドに被覆されてはいるものの外部環境からの水分の進入などを完全に防ぐことや製造時に付着した水分を完全に除去することはできない。蛍光物質によっては、このような水分が発光素子からの高エネルギー光や熱によって蛍光物質の劣化を促進する場合もある。また、蛍光物質が劣化すると蛍光物質が黒ずみ光の外部取り出し効率が低下するものや著しく残光性が短くなる場合がある。更には、残光性を示さなくなる場合もある。したがって、本願発明は上記課題を解決し、より高輝度、長時間の使用環境下においても発光光率の低下が極めて少なく残光性を有する発光装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本願発明は、発光層が窒化ガリウム系化合物半導体であるLEDチップと、該LEDチップからの発光の少なくとも一部を吸収し波長変換して発光する蛍光物質と、を有する発光装置であって、前記LEDチップの主発光ピークが360nmから530nm内であると共に、前記蛍光物質が2価のユーロピウムで付活され化学組成式が、 $(M_{1-p-q}Eu_pQ_q)O \cdot n(A_{1-m}B_m)_2O_3$ である発光装置である。(但し、 $0.0001 \leq p \leq 0.5$ 、 $0.0001 \leq q \leq 0.5$ 、 $0.5 \leq n \leq 10$ 、 $0 \leq m \leq 0.5$ 、 $0.0002 \leq p+q \leq 0.75$ 、組成式中のMはMg、Ca、Sr、Ba、及びZnからなる2価金属の群より選ばれた少なくとも1種であり、Qは共付活剤でありMn、Zr、Nb、Pr、Nd、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、及びLuからなる群より選ばれた少なくとも1種である。)

【0009】また、マウント・リードのカップ内に配置させたLEDチップと、該LEDチップと導電性ワイヤーを用いて電氣的に接続させたインナー・リードと、前記カップ内に充填させたコーティング部材と、該コーティング部材、LEDチップ、導電性ワイヤー及びマウント・リードとインナー・リードの少なくとも一部を被覆するモールド部材と、を有する発光ダイオードであって、前記LEDチップが窒化ガリウム系化合物半導体であり、且つ前記コーティング部材が2価のユーロピウム

で付活され化学組成式が $(M_{1-p-q}Eu_pQ_q)O \cdot n(A_{1-m}B_m)_2O_3$ である蛍光物質を含有する透光性樹脂である発光ダイオードである。(但し、 $0.0001 \leq p \leq 0.5$ 、 $0.0001 \leq q \leq 0.5$ 、 $0.5 \leq n \leq 10$ 、 $0 \leq m \leq 0.5$ 、 $0.0002 \leq p+q \leq 0.75$ 、組成式中のMはMg、Ca、Sr、Ba、及びZnからなる2価金属の群より選ばれた少なくとも1種であり、Qは共付活剤でありMn、Zr、Nb、Pr、Nd、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、及びLuからなる群より選ばれた少なくとも1種である。)

【0010】さらに、上述の発光装置を2以上に配置した表示器と、該表示器と電氣的に接続させた駆動回路と、を有する表示装置である。

【0011】

【発明の実施の形態】本願発明者は、種々の実験の結果、光エネルギーが比較的高いLEDチップからの発光の少なくとも一部を蛍光物質によって波長変換させる発光装置において、特定の半導体及び蛍光物質を選択することにより高輝度、且つ長時間の使用時における光効率や残光性の低下を防止できることを見出し本願発明を成すに至った。

【0012】即ち、発光装置に用いられる蛍光物質としては、

1. 耐光性に優れていることが要求される。特に、半導体発光素子などの微小領域から強放射されるために太陽光の約30倍から40倍にもおよぶ強照射にも十分耐える必要がある。2. 発光素子近傍に配置されるため温度特性が良好であること。3. 発光装置の利用環境に応じて耐候性があること4. 発光装置の光、熱などによっても残光性が低下しないことなどの特徴を有することが求められる。

【0013】これらの条件を満たすものとして本願発明は、発光素子の発光層に高エネルギーバンドギャップを有する窒化ガリウム系化合物半導体素子を、蛍光物質として $(M_{1-p-q}Eu_pQ_q)O \cdot n(A_{1-m}B_m)_2O_3$ を用いる。これにより発光素子から放出された可視光域における高エネルギー光を長時間近傍で高輝度に照射した場合であっても発光輝度や残光性の低下が極めて少ない発光装置とすることができるものである。

【0014】具体的な発光装置の一例として、チップタイプLEDを図2に示す。チップタイプLEDの筐体204内に窒化ガリウム系半導体を用いたLEDチップ202をエポキシ樹脂などを用いて固定させてある。導電性ワイヤー203として金線をLEDチップ202の各電極と筐体に設けられた各電極205とにそれぞれ電氣的に接続させてある。 $(Sr_{0.952}Eu_{0.03}Dy_{0.015}Tm_{0.003})O \cdot (Al_{0.988}B_{0.012})_2O_3$ 蛍光物質をエポキシ樹脂中に混合分散させたものをLEDチップ、導電性ワイヤーなどを外部応力などから保護するモールド部材201として均一に硬化形成させる。このような発光装

置に電力を供給させることによってLEDチップ202を発光させる。LEDチップ202からの発光と、その発光によって励起された蛍光物質からの発光との混色光が発光される。LEDチップを消灯後には蛍光物質からの残光のみによって発光可能な発光装置とすることができる。以下、本願発明の構成部材について詳述する。

【0015】(蛍光物質)本願発明に用いられる蛍光物質としては、半導体発光層から発光された電磁波により励起されて発光する蛍光物質をいう。具体的な蛍光物質としては、 $(M_{1-p-q}Eu_pQq)O \cdot n(A_{11-n}B_n)_2O_3$ である。使用形態としては、種々のものが挙げられる。具体的には、蛍光物質のバルク層内などにLEDチップを閉じこめ蛍光物質層にLEDチップからの光が透過する開口部を1乃至2以上有する構成の発光装置としても良い。また、蛍光物質の粉体をLEDチップを被覆する樹脂や硝子中に含有させLEDチップからの光が透過する程度に薄く形成させても良い。さらには、複数の発光ダイオードを配置させた発光ダイオード間の周辺部材中に混合させても良い。蛍光物質の粒径、蛍光物質と樹脂などとの比率や塗布、充填量を種々調整すること及び発光素子の発光波長を選択することにより種々の色調や残光性を選択することができる。

【0016】さらに、蛍光物質の含有分布は、混色性や耐久性などにも影響する。すなわち、蛍光物質が含有されたコーティング部やモールド部材などの表面側からLEDチップに向かって蛍光物質の分布濃度が高い場合は、外部環境からの水分などの影響をより受けにくく水分による劣化を抑制しやすい。他方、蛍光物質の含有分布をLEDチップからモールド部材表面側に向かって分布濃度が高くなると外部環境からの水分の影響を受けやすいがLEDチップからの発熱、照射強度などの影響がより少なく蛍光物質の劣化を抑制することができる。このような、蛍光物質の分布は、蛍光物質を含有する部材、形成温度、粘度や蛍光物質の形状、粒度分布などを調整させることによって種々形成させることができる。したがって、使用条件などにより蛍光物質の分布濃度を、種々選択することができる。

【0017】本願発明に利用される蛍光物質は、LEDチップと接する或いは近接して配置された場合においても十分な耐光性有する。また、LEDチップからの放熱が大きい場合は、 n が1.5から3が特に好ましい。本願発明の残光性蛍光物質に導入する付活剤及び共付活剤は、蛍光色及び残光輝度に大きく影響する。したがって、用途に応じて、それぞれ次に示すような範囲に調整することができる。

【0018】即ち、付活剤のEuの濃度 p については、蛍光物質1モルに対し、母体のSrを0.0001モル以上、0.5モル以下置換する範囲に調整することが望ましい。これは0.0001モルより少ないと光吸収が悪くなり、その結果残光輝度が低下する傾向にあるから

である。逆に、0.5モルよりも多くなると、濃度消光を起こし残光輝度が低下する傾向にある。 p の範囲が、 $0.001 \leq p \leq 0.06$ であることにより、より残光輝度が高くすることができる。

【0019】共付活剤を導入することによりEuの発光は残光性を示すようになる。共付活剤としてMn、Zr、Nb、Pr、Nd、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、及びLuからなる群より選ばれた少なくとも一種が有効である。

【0020】Dyは蛍光物質の母体である2価金属Mが、特にSrの場合に残光性向上に効果的であり、Dy濃度 q の濃度範囲は0.0005以上、0.03以下の範囲が好ましい。同様に、Ndは蛍光物質の母体である2価金属Mが、特にCaの場合に残光輝度向上に特に効果があり、Nd濃度 q の範囲は0.0005以上、0.03以下の範囲が好ましい。これら共付活剤Dy、Ndに、他の第2に共付活剤を付活することにより相乗効果を発揮することができる。

【0021】具体的には、第一の共付活剤としてDyを選択する場合、第2の共付活剤のMn濃度 q の好ましい範囲は0.0001以上、0.06以下で、更に好ましいのは0.0005以上、0.02以下の範囲である。また、第一の共付活剤としてDyを選択する場合、第2の共付活剤のTm濃度 q の好ましい範囲は0.0003以上、0.02以下で、更に好ましいのは0.0004以上、0.01以下の範囲である。同様に、第一の共付活剤としてDyを選択する場合、第2の共付活剤のLu濃度 q の好ましい範囲は0.0001以上、0.06以下で、更に好ましいのは0.0004以上、0.04以下の範囲である。第一の共付活剤としてDyを選択する場合、第2の共付活剤のNb濃度 q の好ましい範囲は0.0001以上、0.08以下で、更に好ましいのは0.0003以上、0.04以下の範囲である。第一の共付活剤としてDyを選択する場合、第2の共付活剤のYb濃度 q の好ましい範囲は0.0002以上、0.04以下で、更に好ましいのは0.0003以上、0.01以下の範囲である。第一の共付活剤としてDyを選択する場合、第2の共付活剤のZr濃度 q の好ましい範囲は0.0002以上、0.70以下である。第一の共付活剤としてDyを選択する場合、第二の共付活剤のEr濃度 q の好ましい範囲は0.0001以上、0.03以下である。更に好ましいのは0.0005以上、0.02以下の範囲である。第一の共付活剤としてDyを選択する場合、第2の共付活剤のPr濃度 q の好ましい範囲は0.0001以上、0.04以下である。更に好ましいのは0.0005以上、0.03以下の範囲である。

【0022】第一の共付活剤としてNdを導入する場合、第2の共付活剤のTm濃度 q の好ましい範囲は0.0001以上、0.06以下で、更に好ましいのは0.0005以上、0.02以下の範囲である。第一の共付

活剤としてNdを導入する場合、第2の共付活剤のPr濃度qの好ましい範囲は0.0001以上、0.06以下で、更に好ましいのは0.0005以上、0.02以下の範囲である。第一の共付活剤としてNdを以下導入する場合、第2の共付活剤のHo濃度qの好ましい範囲は0.0001以上、0.06以下で、更に好ましいのは0.0005以上、0.02以下の範囲である。さらに又、第一の共付活剤としてNdを以下導入する場合、第2の共付活剤のDy濃度qの好ましい範囲は0.0001以上、0.06以下で、更に好ましいのは0.0005以上、0.02以下の範囲である。

【0023】残光性蛍光物質の母体組成について、アルミニウムの一部をホウ素で置換することもできる。この場合、残光特性をさらに大きく改善させることもできる。したがって、本願発明に用いられる蛍光物質にはホウ素がアルミニウムの総モル数の0.1モルから0.5モル置換する範囲が好ましく、より好ましくは、0.005モルから0.25モルになる範囲であり、最も好ましいのは、0.05モル付近である。ホウ素を導入するには、アルミニウムをそれに見合う量だけ差し引いて仕込むことが好ましい。

【0024】本願発明に用いられる残光性蛍光物質は、原料として例えばSrO、MgO、Al₂O₃、Eu₂O₃のような金属酸化物、或いはCaCO₃、SrCO₃、BaCO₃のような高温で焼成することで容易に酸化物になるような化合物を選択することが好ましい。このような化合物として炭酸塩の他には硝酸塩、シュウ酸塩、水酸化物などがある。また、ホウ素化合物としてはホウ酸あるいはアルカリ土類のホウ酸塩が使用でき、特に、ホウ酸が好ましい。原料の純度は残光輝度に大きく影響し、99.9%以上であることが好ましく、99.99%以上であることがさらに好ましい。これらを混合した原料を、還元雰囲気下1200℃以上1600℃以下の温度範囲で焼成し、焼成品を粉砕、篩することで蛍光物質を得ることができる。尚、原料の混合比率は、目的の組成を得る為の理論量を混合することで決定できる。

【0025】本願発明に用いられる蛍光物質は基本的に付活剤の2価のEuによる強い発光を呈するが、2価のEuは可視光から紫外域の広範囲に吸収がある。従って、窒化ガリウム系化合物半導体を用いても十分に高効率発光が可能である。また、共付活剤として、Mn、Zr、Nb、Pr、Nd、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、及びLuからなる群より選ばれた少なくとも1種を蛍光物質の母体にドーピングさせることで残光現象が現れる。

【0026】残光性蛍光物質においてホウ素を含有させるとアルミネートの結晶性を良好にし、発光中心と捕獲中心を安定化させることで残光時間、残光輝度をさらに改善させることもできる。また、ホウ素は同時にフラックスとして働き蛍光物質の結晶成長を促進する効果をも

有する。

【0027】2価金属、付活剤、共付活剤の酸化物の総モル数とアルミナ及びホウ酸の総モル数がほぼ1:1すなわちn=1である場合、X線回折により解析した結果、結晶構造はSrAl₂O₄型の単斜晶系となり、波長520nmにピークのある緑色発光を示す。また、2価金属、付活剤、共付活剤の酸化物の総モル数とアルミナ及びホウ酸の総モル数を1:2すなわちn=2に仕込み焼成した場合、ホウ素の置換が1モル%程度の低濃度では、仕込み組成から生成すべきSrAl₄O₇の構造を示すが、ホウ素がこれよりも高濃度では、Sr₄Al₁₄O₂₅とSrAl₁₂O₁₉の混合物となる。すなわち、ホウ素を含有することにより、結晶構造が変化し、残光性を向上させることもできる。同様に、n=1.75の時、Sr₄Al₁₄O₂₅となり、耐熱性などをより向上させることもできる。このような組成は、使用目的、LEDチップからの発光スペクトルや蛍光物質の励起スペクトルを考慮して選択させることが好ましい。

【0028】即ち、母体組成を特定範囲に調整することにより、発光色は青色、青緑色、緑色と多様に変化させることができる。また、母体組成へのホウ素含有により、結晶構造の安定化、粒子成長を促進でき、その結果として残光の高輝度化が図れる。さらに、第一の共付活剤と第二の共付活剤の組み合わせにより、残光輝度をさらに高輝度化でき、特にZrを第二の共付活剤に選択した場合、発光色調も変化させることができる。

【0029】本願発明の発光装置において、蛍光物質は2種類以上の(M_{1-p-q}Eu_pQ_q)O·n(Al_{1-m}B_m)₂O₃蛍光物質を混合させてもよい。MやQの元素や含有量が異なる2種類以上の(M_{1-p-q}Eu_pQ_q)O·n(Al_{1-m}B_m)₂O₃蛍光物質を混合させて発光波長成分を増やすこともできる。これにより、種々の発光色が選択できる発光装置とすることもできる。また、それぞれ異なる樹脂に混合させた多層膜とさせ、半導体発光素子によって励起させることもできる。

【0030】(LEDチップ102、202、402、502)本願発明に用いられるLEDチップとは、(M_{1-p-q}Eu_pQ_q)O·n(Al_{1-m}B_m)₂O₃蛍光物質を効率良く励起できる窒化物系化合物半導体が挙げられる。発光素子であるLEDチップは、MOCVD法等により基板上に一般式In_aAl_bGa_{1-a-b}N(但し、0≤a、0≤b、a+b<1)等の窒化物系化合物半導体を発光層として形成させる。半導体の構造としては、MIS接合、PIN接合やPN接合などを有するホモ構造、ヘテロ構造あるいはダブルヘテロ構成のものが挙げられる。半導体層の材料やその混晶度によって発光波長を種々選択することができる。また、半導体活性層を量子効果が生ずる薄膜に形成させた単一量子井戸構造や多重量子井戸構造とすることもできる。

【0031】窒化ガリウム系化合物半導体を使用した場

合、半導体基板にはサファイヤ、スピネル、SiC、Si、ZnO等の材料が用いられる。結晶性の良い窒化ガリウムを形成させるためにはサファイヤ基板を用いることが好ましい。このサファイヤ基板上にGaN、AlN等のバッファ層を形成しその上にPN接合を有する窒化ガリウム系半導体を形成させる。窒化ガリウム系半導体は、不純物をドーブしない状態でN型導電性を示す。発光効率を向上させるなど所望のN型窒化ガリウム半導体を形成させる場合は、N型ドーパントとしてSi、Ge、Se、Te、C等を適宜導入することが好ましい。一方、P型窒化ガリウム半導体を形成させる場合は、P型ドーパントであるZn、Mg、Be、Ca、Sr、Ba等をドーブさせる。窒化ガリウム系化合物半導体は、P型ドーパントをドーブしただけではP型化しにくいいためP型ドーパント導入後に、炉による加熱、低速電子線照射やプラズマ照射等によりアニールすることでP型化させることが好ましい。エッチングなどによりP型半導体及びN型半導体の露出面を形成させた後、半導体層上にスパッタリング法や真空蒸着法などを用いて所望の形状の各電極を形成させる。

【0032】次に、形成された半導体ウエハー等をダイヤモンド製の刃先を有するブレードが回転するダイシングソーにより直接フルカットするか、又は刃先幅よりも広い幅の溝を切り込んだ後（ハーフカット）、外力によって半導体ウエハーを割る。あるいは、先端のダイヤモンド針が往復直線運動するスクライバーにより半導体ウエハーに極めて細いスクライブライン（経線）を例えば基盤目状に引いた後、外力によってウエハーを割り半導体ウエハーからチップ状にカットする。このようにして窒化ガリウム系化合物半導体であるLEDチップを形成させることができる。

【0033】本願発明の発光装置において効率よく発光及び残光させる場合は、蛍光物質との励起波長等を考慮して発光素子の発光波長は360nm以上530nm以下が好ましく、380nm以上490nm以下がより好ましい。また、樹脂で形成させたモールド部材やコーティング材の劣化やLEDチップ及び蛍光物質の混色を考慮して、発光装置の特性をより向上させるためには、400nm以上475nm以下がさらに好ましい。本願発明の残光性を有する発光装置の発光スペクトルを図3に示す。410nm付近にピークを持つ発光がLEDチップからの発光であり、520nm付近にピークを持つ発光がLEDチップによって励起された蛍光物質の発光である。なお、400nm未満の発光波長は、紫外線域を含むため蛍光物質からの発光のみの単色性を有することとなる。

【0034】（導電性ワイヤー103、203、403）導電性ワイヤー103、203、403としては、LEDチップ102、202、502の電極とのオーミック性、機械的接続性、電気伝導性及び熱伝導性がよい

ものが求められる。熱伝導度としては $0.01\text{ cal/cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C}$ 以上が好ましく、より好ましくは $0.5\text{ cal/cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C}$ 以上である。また、作業性を考慮して導電性ワイヤーの直径は、好ましくは、 $\Phi 10\mu\text{m}$ 以上、 $\Phi 45\mu\text{m}$ 以下である。このような導電性ワイヤーとして具体的には、金、銅、白金、アルミニウム等の金属及びそれらの合金を用いた導電性ワイヤーが挙げられる。このような導電性ワイヤーは、各LEDチップの電極と、インナー・リード及びマウント・リードなどと、をワイヤーボンディング機器によって容易に接続させることができる。

【0035】（マウント・リード105）マウント・リード105としては、LEDチップ102を配置させるものであり、ダイボンダーなどで積載するのに十分な大きさがあれば良い。また、LEDチップを複数設置しマウント・リードをLEDチップの共通電極として利用する場合においては、十分な電気伝導性とボンディングワイヤー等との接続性が求められる。また、マウント・リード上のカップ内にLEDチップを配置すると共に蛍光物質を内部に充填させる場合は、近接して配置させた別の発光ダイオードからの光により疑似点灯することを防止することができる。

【0036】LEDチップ102とマウント・リード105のカップとの接着は熱硬化性樹脂などによって行うことができる。具体的には、エポキシ樹脂、アクリル樹脂やイミド樹脂などが挙げられる。また、フェースダウンLEDチップなどによりマウント・リードと接着させると共に電氣的に接続させるためにはAgペースト、カーボンペースト、ITOペースト、金属ペースト等を用いることができる。さらに、発光ダイオードの光利用効率を向上させるためにLEDチップが配置されるマウント・リードの表面を鏡面状とし、表面に反射機能を持たせても良い。この場合の表面粗さは、 0.1 S 以上 0.8 S 以下が好ましい。また、マウント・リードの具体的な電気抵抗としては $300\mu\Omega\text{-cm}$ 以下が好ましく、より好ましくは、 $3\mu\Omega\text{-cm}$ 以下である。また、マウント・リード上に複数のLEDチップを積置する場合は、LEDチップからの発熱量が多くなるため熱伝導度がよいことが求められる。具体的には、 $0.01\text{ cal/cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C}$ 以上が好ましくより好ましくは $0.5\text{ cal/cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C}$ 以上である。これらの条件を満たす材料としては、鉄、銅、鉄入り銅、錫入り銅、メタライズパターン付きセラミック等が挙げられる。

【0037】（インナー・リード106）インナー・リード106としては、マウント・リード105上に配置されたLEDチップ102と接続された導電性ワイヤー103との接続を図るものである。マウント・リード上に複数のLEDチップを設けた場合は、各導電性ワイヤー同士が接触しないよう配置できる構成とする必要がある。具体的には、マウント・リードから離れるに従っ

て、インナー・リードのワイヤーボンディングさせる端面の面積を大きくすることなどによってマウント・リードからより離れたインナー・リードと接続させる導電性ワイヤーの接触を防ぐことができる。導電性ワイヤーとの接続端面の粗さは、密着性を考慮して1.6S以上10S以下が好ましい。インナー・リードの先端部を種々の形状に形成させるためには、あらかじめリードフレームの形状を型枠で決めて打ち抜き形成させてもよく、或いは全てのインナー・リードを形成させた後にインナー・リード上部の一部を削ることによって形成させても良い。さらには、インナー・リードを打ち抜き形成後、端面方向から加圧することにより所望の端面の面積と端面高さを同時に形成させることもできる。

【0038】インナー・リードは、導電性ワイヤーであるボンディングワイヤー等との接続性及び電気伝導性が良いことが求められる。具体的な電気抵抗としては、 $300\mu\Omega\text{-cm}$ 以下が好ましく、より好ましくは $3\mu\Omega\text{-cm}$ 以下である。これらの条件を満たす材料としては、鉄、銅、鉄入り銅、錫入り銅及び銅、金、銀をメッキしたアルミニウム、鉄、銅等が挙げられる。

【0039】(コーティング部101、501)本願発明に用いられるコーティング部101、501とは、モールド部材104とは別にマウント・リードのカップに設けられるものでありLEDチップの発光を変換する残光性蛍光物質が含有されるものである。コーティング部の具体的材料としては、エポキシ樹脂、ユリア樹脂、シリコンなどの耐候性に優れた透明樹脂や硝子などが好適に用いられる。また、蛍光物質と共に着色顔料、着色染料や拡散剤を含有させても良い。着色顔料や着色染料を用いることによって、色味を調整させることもできる。また、拡散剤を含有させることによってより指向角を増やすこともできる。具体的な拡散剤としては、チタン酸バリウム、酸化チタン、酸化アルミニウム、酸化珪素等が好適に用いられる。

【0040】(モールド部材104、404)モールド部材104は、発光ダイオードの使用用途に応じてLEDチップ102、導電性ワイヤー103、蛍光物質が含有されたコーティング部101などを外部から保護するために設けることができる。モールド部材は、硝子や樹脂を用いて形成させることができる。また、蛍光物質を含有させることによって視野角を増やすことができるが、モールド部材に拡散剤を含有させることによってLEDチップ102からの指向性を緩和させ視野角をさらに増やすことができる。更にまた、モールド部材104を所望の形状にすることによってLEDチップからの発光を集束させたり拡散させたりするレンズ効果を持たせることができる。従って、モールド部材104は複数積層した構造でもよい。具体的には、凸レンズ形状、凹レンズ形状さらには、発光観測面側から見て楕円形状やそれらを複数組み合わせたものが挙げられる。

【0041】モールド部材104の具体的材料としては、主としてエポキシ樹脂、ユリア樹脂、シリコンなどの耐候性に優れた透明樹脂や硝子などが好適に用いられる。また、拡散剤としては、チタン酸バリウム、酸化チタン、酸化アルミニウム、酸化珪素等が好適に用いられる。さらに、拡散剤に加えてモールド部材中にも蛍光物質を含有させることもできる。したがって、蛍光物質はモールド部材中に含有させてもそれ以外のコーティング部などに含有させて用いてもよい。また、コーティング部を蛍光物質が含有された樹脂、モールド部材を硝子などとした異なる部材を用いて形成させても良い。この場合、生産性良くより水分などの影響が少ない発光ダイオードとすることができる。また、屈折率を考慮してモールド部材とコーティング部とを同じ部材を用いて形成させても良い。

【0042】(表示装置)本願発明の発光装置をLED表示器に利用した場合の一例として、標識、矢印形状など所望の形状に発光装置を配置させたLED表示器の概略断面構成を図4に示す。図4(A)は、LEDチップ402の発光面上モールド部材中に均等に残光性蛍光物質が混合された発光装置を並べたものであり、図4

(B)は、コーティング部材上にモールド部材404を形成させた発光ダイオードとして形成させた発光装置を並べたものである。また、図4(C)は、LEDチップ402が発光する面の周囲方向のみに長残光性蛍光物質含有部材401を配置させた発光装置を示す。いずれの発光装置も同様の駆動回路に接続させた表示装置とさせることができる。

【0043】LED表示器は、駆動回路である点灯回路などと電氣的に接続させる。駆動回路からの出力パルスによって発光装置を所望に点灯させる表示器とすることができる。駆動回路としては、入力されるデータを一時的に記憶させるRAM(Random Access Memory)と、RAMに記憶されるデータから各発光装置を所定の明るさに点灯させるための階調信号を演算する階調制御回路と、階調制御回路の出力信号でスイッチングされて、各発光装置を点灯させるドライバと、を備える。階調制御回路は、RAMに記憶されるデータから発光装置の点灯時間を演算してパルス信号などとして出力する。ここで、発光装置を駆動点灯させると、発光装置からの発光色に加えて蛍光物質の発光をも表示させることができる。次に、発光装置を消灯させると、残光性を有する蛍光物質のみの発光色が発光している表示器とさせることができる。それぞれの発光波長を選択することで色調を変えることもできる。したがって、低消費電力且つ夜間などにおいても注意を引く表示装置などとすることができる。

【0044】(面状発光光源)図5は本願発明の発光装置を利用した面状発光光源を構成した例である。面状発光光源の場合、蛍光物質をコーティング部や導光板上の

散乱シート506に含有させる。或いはバインダー樹脂と共に散乱シート506に塗布などさせシート状501に形成しモールド部材を省略した発光装置とすることもできる。具体的には、絶縁層及び導電性パターンが形成された凹部形状の金属基板503内にLEDチップ502を固定する。LEDチップと基板上の導電性パターンとの電気的導通を取った後、蛍光物質をエポキシ樹脂と混合攪拌しLEDチップ502が積載された基板503上に充填させ発光装置を形成させる。こうして形成された発光装置は、アクリル性導光板504の端面にエポキシ樹脂などで固定される。導光板504の一方の主面上には、発光むら防止のため白色散乱剤が含有されたフィルム状の反射部材507を配置させてある。同様に、導光板の裏面側全面や発光装置が配置されていない端面上にも反射部材505を設け発光光率を向上させてある。これにより、LCDのバックライトとして十分な明るさを得られる面状発光光源とすることができる。

【0045】液晶表示装置として利用する場合は、導光板504の主面上に透光性導電性パターンが形成された硝子基板間に注入された液晶装置を介して配された偏光板により構成させることができる。さらに、携帯用機器などとして使用する場合は、発光装置、液晶装置と他の演算手段などを電池電源に接続させる。また、電池電源の蓄電残量を検出する検出手段を備えると共に検出された値とROM(Read On Memory)などに記憶させた設定値と比較する比較手段、比較させ所望値よりも蓄電残量が少ないと判断させた場合には発光装置に供給する電力を停止する手段と、を備えることができる。これにより電池電源などの残量が一定値以下になるとLEDチップに供給する電力を低下させる或いはLEDチップを非点灯とさせることによって、電池電源の延命させつつ他の電気回路を駆動させることができる。また、液層表示面は残光性蛍光物質によって効率よく発光可能であると共に発光色を変化するため電池電源が少ないことを認識することもできる。この場合、蛍光物質は散乱シート状或いは導光板の底面上に設けることが好ましい。

【0046】液晶表示装置として利用する場合は、外来光が偏光板などを介して残光性蛍光物質に照射されるため外部からの光の励起が50%以下となる場合がある。したがって、外来光によっては内部の残光性蛍光物質が励起されにくい。残光性蛍光体を発光素子によって発光させることによって効率よく面状発光させることができる。すなわち、本願発明は低電力、且つ高輝度に発光可能な発光装置とさせることができるものである。以下、本願発明の実施例について説明するが、本願発明は具体的実施例のみに限定されるものではないことは言うまでもない。

【0047】

【実施例】

(実施例1) 発光素子として主発光ピークが410nmのGaInN半導体を用いた。LEDチップは、洗浄させたサファイヤ基板上にTMG(トリメチルガリウム)ガス、TMI(トリメチルインジウム)ガス、窒素ガス及びドーパントガスをキャリアガスと共に流し、MOCVD法で窒化ガリウム系化合物半導体を成膜させることにより形成させた。ドーパントガスとしてSiH₄とCp₂Mgと、を切り替えることによってN型導電性を有する窒化ガリウム半導体とP型導電性を有する窒化ガリウム半導体を形成しPN接合を形成させた。(なお、サファイヤ基板上には、バッファ層を形成させ、P型半導体は成膜後400℃以上でアニールさせてある。)

【0048】エッチングによりPN各半導体表面を露出させた後、スパッタリング法により各電極をそれぞれ形成させた。こうして出来上がった半導体ウエハーをスクライブラインを引いた後、外力により分割させ発光素子としてLEDチップを形成させた。

【0049】銀メッキした銅製リードフレームの先端にカップを有するマウント・リード上にLEDチップをエポキシ樹脂でダイボンディングした。LEDチップの各電極とマウント・リード及びインナー・リードと、をそれぞれ金線でワイヤーボンディングし電気的導通を取った。

【0050】一方、蛍光物質は、原料として、SrCO₃を0.952モル、Al₂O₃を0.988モル、Eu₂O₃を0.015モル、Dy₂O₃を0.0075モル、Tm₂O₃を0.0015モル及びH₃BO₃を0.024モルセラミックポットに入れ、ボールミルにより十分に混合し混合原料(以下原料生粉という)を得る。次に、原料生粉をアルミナルツボに入れ、還元雰囲気のマッフル炉中で、1400℃で5時間焼成し蛍光物質焼成品を得た。次に焼成品を粉碎し、篩を通し、平均粒径17μmの(Sr_{0.952}Eu_{0.03}Dy_{0.015}Tm_{0.003})O·(Al_{0.988}Bo_{0.012})₂O₃蛍光物質を得た。

【0051】形成された(Sr_{0.952}Eu_{0.03}Dy_{0.015}Tm_{0.003})O·(Al_{0.988}Bo_{0.012})₂O₃蛍光物質70重量部、エポキシ樹脂120重量部をよく混合してスリラーとさせた。このスリラーをLEDチップが配置されたマウント・リード上のカップ内に注入させた。注入後、残光性蛍光物質が含有された樹脂を130℃1時間で硬化させた。こうしてLEDチップ上に厚さ150μmの残光性蛍光物質が含有されたコーティング部が形成された。なお、コーティング部には、LEDチップに向かって残光性蛍光物質が徐々に多くしてある。その後、さらにLEDチップや残光性蛍光物質を外部応力、水分及び塵芥などから保護する目的でモールド部材として透光性エポキシ樹脂を形成させた。モールド部材は、砲弾型の型枠の中に残光性蛍光物質のコーティング部が形成されたリードフレームを挿入し透光性エポキシ樹脂を混入後、150℃5時間にて硬化させた。

【0052】こうして得られた残光性を有する発光ダイオードを暗所に3時間以上外光を遮断した状態で保存し、5分間連続点灯させるた。点灯中は淡いブルーグリーンの発光色が得られた。また、発光光率は7.82 lm/wであった。発光ダイオードを5分間連続点灯させた後消灯させた。消灯後においてもブルーグリーンの発光色があった。消灯10分後における残光輝度は、421 mcd/m²であった。発光ダイオードを連続1000時間点灯後に同様の残光輝度を測定したところほとんど低下していなかった。

【0053】(比較例1) 蛍光物質を(Sr_{0.952}Eu_{0.03}Dy_{0.015}Tm_{0.003})O·(Al_{0.988}Bo_{0.012})₂O₃からZnS:Cuとした以外は、実施例1と同様にして発光ダイオードの形成及び耐侯試験を行った。形成された発光ダイオードは通電直後、実施例1と同様グリーンブルー系の発光が確信されたが輝度が低かった。発光ダイオードを5分間連続点灯させた後消灯させた。消灯後においてもブルーグリーンの発光色があった。消灯10分後における残光輝度は、38 mcd/m²であった。発光ダイオードを連続1000時間点灯後に同様の残光輝度を測定したところ残光性を検出することができなかった。発光ダイオードを解析した結果、LEDチップ上のZnS:Cu蛍光物質が劣化していた。

【0054】(実施例2) 本願発明の発光ダイオードを図4(A)の如きLED表示器に利用した。蛍光物質を(Sr_{0.255}Eu_{0.03}Dy_{0.015}Zr_{0.700})O·1.75(Al_{0.950}Bo_{0.050})₂O₃とした以外は実施例1と同様にして形成させた発光ダイオードを銅パターンを形成させた硝子エポキシ樹脂基板上に、矢印形状に256個配置させた。基板と発光ダイオードとは自動ハンダ実装装置を用いてハンダ付けを行った。次にフェノール樹脂によって形成された筐体内部に配置し固定させた。発光ダイオードの先端部を除いて筐体、発光ダイオード、基板の一部をピグメントにより黒色に着色したシリコンゴムによって充填させた。その後、常温、72時間でシリコンゴムを硬化させLED表示器を形成させた。このLED表示器と、クロック回路を持った駆動手段と、を電氣的に接続させてLED表示装置を構成した。LED表示器を2分点灯1分消灯を繰り返して駆動させ低電力表示装置として駆動できることを確認した。

【0055】

【発明の効果】窒化物系化合物半導体の発光素子と、(M_{1-p-q}Eu_pQ_q)O·n(Al_{1-n}B_n)₂O₃蛍光物質と、を利用した本願発明の請求項1の構成とすることにより長時間高輝度時の使用においても発光効率が高

く、高輝度、長時間の使用においても発光光率や残光性の低下が極めて少ない発光装置などとすることができ。また、点灯時と消灯時で発光色を任意に変化させることも可能な低電力発光装置として使用することもできる。

【0056】また、本願発明の請求項2の構成とすることにより高輝度、長時間の使用においても発光光率や残光性の低下が極めて少ない発光ダイオードとすることができるに加えて、LEDチップ自体の発光むらを蛍光物質により分散することができるためより均一な発光を有する発光ダイオードとすることができる。

【0057】本願発明の請求項3の構成とすることにより、屋外など直射日光にさらされるような場所に用いられるLED表示器においても残光性を有し且つ、視認角度によって色むらの少ない低電力LED表示装置とすることができる。

【0058】

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本願発明の発光装置の模式的断面図である。

【図2】図2は、本願発明の他の発光装置の模式的断面図である。

【図3】図3は、本願発明の発光スペクトルの一例を示した図である。

【図4】図4(A)、(B)、(C)は、それぞれ本願発明の発光装置を表示装置に利用した模式的断面図である。

【図5】図5は、本願発明の発光装置を利用したLED表示装置の模式図である。

【符号の説明】

101、401、501・・・蛍光物質が含有されたコーティング部

102、202、402、502・・・LEDチップ

103、403、203・・・導電性ワイヤー

104、404・・・モールド部材

105・・・マウント・リード

106・・・インナー・リード

201・・・蛍光物質が含有されたモールド部材

204・・・筐体

405・・・筐体に設けられた電極

405・・・外部と接続される電極

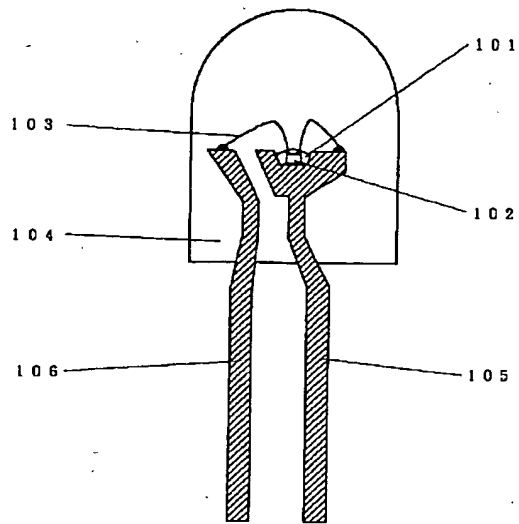
503・・・金属製基板

504・・・導光板

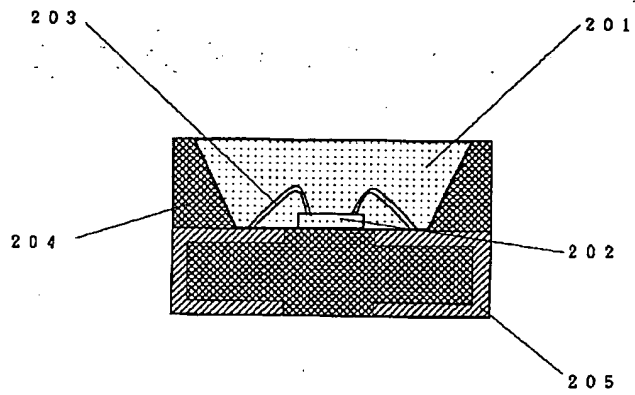
505、507・・・反射部材

506・・・散乱シート

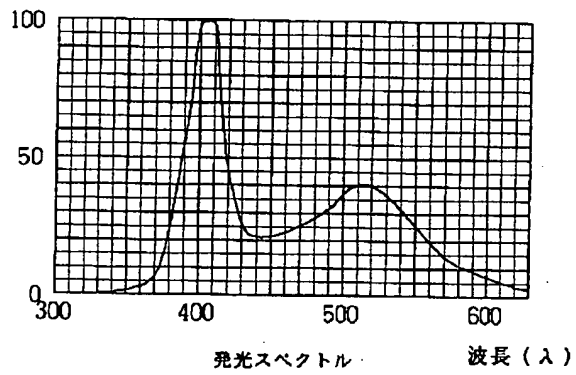
【図1】



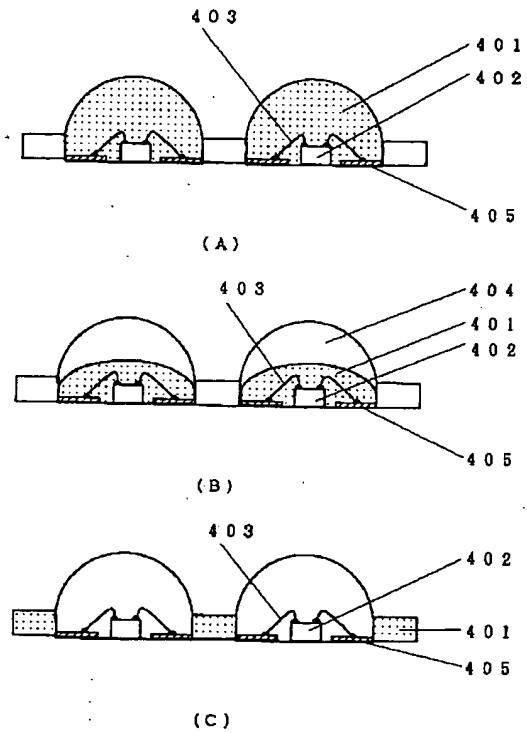
【図2】



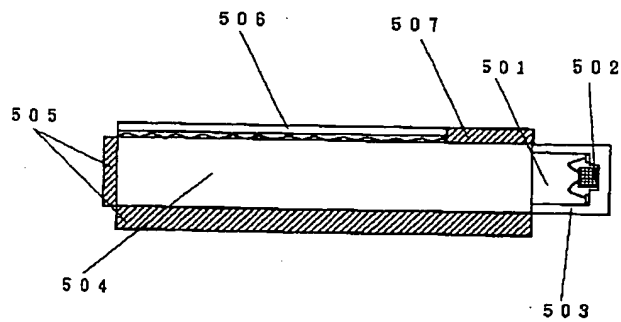
【図3】



【図4】



【図5】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.